

Docket No. 240291US2/hyc



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Daniel KAEGI, et al.

GAU:

SERIAL NO: 10/618,051

EXAMINER:

FILED: July 14, 2003

FOR: SYNCHRONIZATION CIRCUIT

REQUEST FOR PRIORITY

COMMISSIONER FOR PATENTS  
ALEXANDRIA, VIRGINIA 22313

SIR:

- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number , filed , is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §120.
- ☐ Full benefit of the filing date(s) of U.S. Provisional Application(s) is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119(e):  
Application No. Date Filed
- ☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

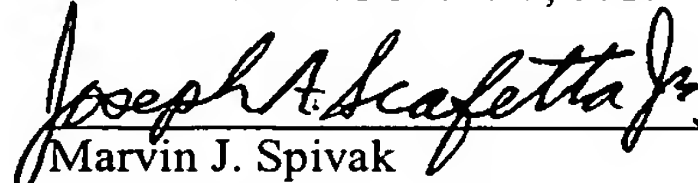
<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NUMBER</u>	<u>MONTH/DAY/YEAR</u>
EUROPEAN PATENT OFFICE	02 406 140.0	December 24, 2002

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

- ☒ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee
- ☐ were filed in prior application Serial No. filed
- ☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number  
Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.
- ☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. filed ; and
- ☐ (B) Application Serial No.(s)  
☐ are submitted herewith  
☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,  
MAIER & NEUSTADT, P.C.

  
Marvin J. Spivak

Registration No. 24,913

Joseph A. Scafetta, Jr.  
Registration No. 26,803

Customer Number

22850

Tel. (703) 413-3000  
Fax. (703) 413-2220  
(OSMMN 05/03)





**Europäisches  
Patentamt**

**European  
Patent Office**

**Office européen  
des brevets**

**Bescheinigung**

**Certificate**

**Attestation**

Die angehefteten Unterlagen stimmen mit der ursprünglich eingereichten Fassung der auf dem nächsten Blatt bezeichneten europäischen Patentanmeldung überein.

The attached documents are exact copies of the European patent application described on the following page, as originally filed.

Les documents fixés à cette attestation sont conformes à la version initialement déposée de la demande de brevet européen spécifiée à la page suivante.

**Patentanmeldung Nr.    Patent application No.    Demande de brevet n°**

02406140.0

Der Präsident des Europäischen Patentamts;  
Im Auftrag

For the President of the European Patent Office

Le Président de l'Office européen des brevets  
p.o.

**R C van Dijk**





Anmeldung Nr:  
Application no.: 02406140.0  
Demande no:

Anmeldetag:  
Date of filing: 24.12.02  
Date de dépôt:

Anmelder/Applicant(s)/Demandeur(s):

U-Blox-AG  
Zürcherstrasse 68  
8800 Thalwil  
SUISSE

Bezeichnung der Erfindung/Title of the invention/Titre de l'invention:  
(Falls die Bezeichnung der Erfindung nicht angegeben ist, siehe Beschreibung.  
If no title is shown please refer to the description.  
Si aucun titre n'est indiqué se referer à la description.)

Synchronisationsschaltung

In Anspruch genommene Priorität(en) / Priority(ies) claimed /Priorité(s)  
revendiquée(s)  
Staat/Tag/Aktenzeichen/State/Date/File no./Pays/Date/Numéro de dépôt:

Internationale Patentklassifikation/International Patent Classification/  
Classification internationale des brevets:

H04J13/00

Am Anmeldetag benannte Vertragstaaten/Contracting states designated at date of  
filing/Etats contractants désignées lors du dépôt:

AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC NL  
PT SE SI SK TR



Die erfindungsgemässe Synchronisationsschaltung synchronisiert im allgemeinen rasch und problemlos und, was bei vielen praktischen Anwendungen von entscheidender Bedeutung ist, auch unter ungünstigen Bedingungen wie  
5 schwachem Signal und starken Störungen. So konnte auch bei grossen negativen Signal-Rausch-Abständen ein befriedigendes, für praktische Zwecke ausreichendes Synchronisationsverhalten erzielt werden.

### **Kurze Beschreibung der Zeichnungen**

10 Im folgenden wird die Erfindung anhand von Figuren, welche lediglich ein Ausführungsbeispiel darstellen, näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 eine erfindungsgemässe Synchronisationsschaltung,

15 Fig. 2 den Graphen der bei der erfindungsgemässen Synchronisationsschaltung verwendeten Rückkopplungsfunktion,

Fig. 3 einen Ausschnitt aus einer möglichen Grundfolge und

20 Fig. 4 die Entwicklung der Leistung eines Rückkopplungssignals in der erfindungsgemässen Synchronisationsschaltung während einer Synchronisation.

### **Wege zur Ausführung der Erfindung**

Die erfindungsgemässe Synchronisationsschaltung eignet sich  
25 für alle Anwendungen, bei denen Daten CDMA-codiert übertragen werden. Sie kann direkt zur Verarbeitung eines

## B E S C H R E I B U N G

### SYNCHRONISATIONSSCHALTUNG

#### Technisches Gebiet

Die Erfindung betrifft eine Synchronisationsschaltung gemäss  
5 dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Solche Synchronisations-  
schaltungen können zur Herstellung einer internen Folge  
analoger Werte, welche einer in einem empfangenen Signal  
codierten, jeweils Wiederholungen einer binären Grundfolge  
enthaltenden externen Folge entspricht und mit ihr synchron  
10 ist, eingesetzt werden, wie das z.B. bei der Decodierung  
von Signalen in der Nachrichtentechnik, insbesondere der  
mobilen Telefonie und bei Ortungssystemen wie GPS  
erforderlich ist.

#### Stand der Technik

15 Es sind verschiedene gattungsgemässe Synchronisations-  
schaltungen mit auf dem Cosinus und quadratischen Funktionen  
beruhender Rückkopplungsfunktion bekannt (US-A-5 579 337,  
US-A-5 612 973, WO-A-01/37 441), deren Synchronisations-  
verhalten jedoch in vielen Fällen unbefriedigend ist und die  
20 bei stark verrauschten Signalen nicht brauchbar sind.

#### Darstellung der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, eine  
gattungsgemässe Synchronisationsschaltung anzugeben, die ein  
günstigeres Synchronisationsverhalten aufweist als die  
25 bekannten gattungsgemässen Synchronisationsschaltungen.  
Diese Aufgabe wird durch die Merkmale im kennzeichnenden  
Teil des Anspruchs 1 gelöst.



gelangt man zu folgender Darstellung, die äquivalent, aber leichter implementierbar ist und mit der im Ausführungsbeispiel gearbeitet wird:

$p_2 \backslash p_1$	-1	1
-1	-1	1
1	1	-1

5 Hier wird die Verknüpfung durch die Abbildung

$$(2) \quad (p_1, p_2) \rightarrow p_1 \otimes p_2 = -p_1 \cdot p_2$$

hergestellt. -1 ist das Nullelement. Die Verknüpfung lässt sich offensichtlich ohne weiteres auf beliebige reelle Zahlen, d.h. analoge Werte ausdehnen.

10 Jede m-Folge  $p_1, \dots, p_N$  mit  $N=2^n-1$  kann hergestellt werden, indem, ausgehend von einer Ausgangsfolge  $p_1, \dots, p_n$  der Länge  $n$ , welche nicht ausschliesslich aus Nullelementen besteht, rekursiv weitere Werte gebildet werden nach dem Muster:

$$(3) \quad p_i = p_{i-n} \otimes p_{i-2n} \otimes \dots \otimes p_{i-r_1},$$

15 wobei  $0 < r_1 < \dots < r_m < n$  gilt und das Polynom  $x^n + x^{r_m} + \dots + x^{r_1} + 1$  bezüglich der oben definierten Arithmetik prim ist. Z.B. kann jeweils

$$(4) \quad p_i = p_{i-10} \otimes p_{i-3}$$

20 gelten. Da alle  $N$  möglichen Abschnitte der Länge  $n$  ausser dem nur aus Nullelementen bestehenden durchlaufen werden, bevor die Ausgangsfolge wiederkehrt, kommt es auf die Wahl der letzteren nicht weiter an.

von einem empfangenen Signal abgeleiteten externen Signals eingesetzt werden, wenn die Grundfolge eine m-Folge ist, doch ist auch ein Einsatz im Rahmen der Verarbeitung von CDMA-codierten Signalen möglich, welche andere Arten von Grundfolgen verwenden wie z.B. Gold-Folgen oder Kasami-Folgen.

Jede m-Folge kann durch ein binäres rückgekoppeltes Schieberegister der Länge n erzeugt werden und hat u.a. die Eigenschaft, dass mit einer Ausnahme jede Folge einer Länge n - im nachfolgend als Beispiel dargestellten Fall ist n=10 - genau ein Mal in der m-Folge der Länge  $N=2^n-1$  - hier 1'023 - vorkommt.

Für die binären Grössen und ihre Verknüpfung sind verschiedene Darstellungen möglich. Am geläufigsten ist die Darstellung durch 0 und 1 mit der Addition modulo 2 (auch Exklusiv-Oder-Verknüpfung)  $(b_1, b_2) \rightarrow b_1 \oplus b_2$  als sowohl assoziativer als auch kommutativer Verknüpfung, gemäss der folgenden Tabelle:

$b_2 \backslash b_1$	0	1
0	0	1
1	1	0

Die Verknüpfung eines Elements mit dem Nullelement 0 lässt das erstere unverändert, während die Verknüpfung mit 1 jeweils 0 in 1 und 1 in 0 überführt.

Durch die Transformation

$$(1) \quad b \rightarrow p = 2b - 1$$

Schwellwertdetektor enthält und ein binäres Signal abgibt. Der Diskriminator kann auch an irgendeiner anderen Stelle der vom Schieberegister 6, der Rückkopplungsschaltung 7, dem Skalierer 8 und dem Addierer 5 gebildeten Schleife  
5 angeschlossen sein.

Das Eingangssignal liegt als digitales Signal einer bestimmten Bitbreite, z.B. 12 Bit für den Betrag und einem zusätzlichen Bit für das Vorzeichen, vor. Die Werte können dabei als Gleitkommazahlen oder als ganze Zahlen dargestellt  
10 werden. Sie werden jedoch im weiteren zur Unterscheidung von binären Werten als analoge Werte bezeichnet. Das Eingangssignal enthält eine binäre Folge, welche durch ein binäres rückgekoppeltes Schieberegister erzeugbar ist, das das gleiche Rückkopplungsmuster aufweist wie das analoge  
15 rückgekoppelte Schieberegister 1, d.h. im dargestellten Fall ein Rückkopplungsmuster, bei dem jeweils der neue Wert durch Verknüpfung entsprechend (4) erzeugt wird. Es kann aber sehr stark verrauscht sein mit einem typischen Signal-Rausch-Abstand von z.B. -35dB.

20 Die analogen Werte des Eingangssignals, welche Glieder einer Eingangsfolge bilden, gelangen zuerst in den Puffer 2. Dort werden mehrere, z.B. zwanzig Exemplare hintereinander ermittelter Folgen von jeweils 1'023 Werten, die jeweils einer verrauschten Grundfolge entsprechen, welche ja zur  
25 Uebermittlung eines Datenbits gewöhnlich mehrere Male hintereinander gesendet werden, überlagert, d.h. es werden in den Speicherplätzen des Schieberegisters 4 die 1'023 den Chips der Grundfolgen entsprechenden analogen Werte des ersten Exemplars abgelegt und dann sequentiell an den  
30 Addierer 5 zurückgeliefert und die entsprechenden Werte des zweiten Exemplars dazuaddiert und der ursprüngliche Wert mit dem Resultat überschrieben. Dies wird so lange wiederholt,

Bei der Uebermittlung von CDMA-codierten Daten ist jeder Uebertragungskanal durch eine bestimmte Grundfolge gekennzeichnet, welche beständig wiederholt wird. Ein Ausschnitt aus einer möglichen Grundfolge ist in Fig. 3 dargestellt. Für jedes Datenbit werden gewöhnlich mehrere, z.B. zwanzig Exemplare der Grundfolge übermittelt. Dabei werden sie mit dem jeweiligen Datenbit verknüpft, so dass die Grundfolge je nach dem Wert desselben entweder in unveränderter Form oder invertiert auftritt.

10 Die erfindungsgemässe Synchronisationsschaltung umfasst (Fig. 1) ein analoges rückgekoppeltes Schieberegister 1 und einen demselben vorgeschalteten Puffer 2. Der Puffer 2 umfasst einen Addierer 3 und ein Schieberegister 4 mit 1'023 Speicherplätzen für analoge Werte. Der Ausgang des

15 Schieberegisters 4 ist auf den zweiten Eingang des Addierers 3 zurückgeführt. Das analoge rückgekoppelte Schieberegister 1 umfasst einen Addierer 5 und ein analoges Schieberegister 6 mit zehn Speicherplätzen. Eine Rückkopplungsschaltung 7 ist mit Abgriffen am zehnten Speicherplatz und einem

20 weiteren oder auch mehreren weiteren Speicherplätzen verbunden. Im Beispiel ist, (4) entsprechend, lediglich ein weiterer Abgriff am dritten Speicherplatz, vorhanden. In der Rückkopplungsschaltung 7 werden die abgegriffenen analogen Werte gemäss einer Rückkopplungsfunktion verknüpft. Der

25 Graph einer möglichen Rückkopplungsfunktion mit zwei Argumenten  $f(x_1, x_2)$  ist in Fig. 2 dargestellt. Der Ausgang der Rückkopplungsschaltung 7 ist über einen Skalierer 8 mit dem zweiten Eingang des Addierers 5 verbunden.

Der Ausgang des Skalierers 8 ist ausserdem mit einem

30 Diskriminator 9 verbunden, der einen Quadrierer oder eine andere das Eingangssignal in den positiven Bereich abbildende Schaltung, einen Tiefpassfilter und einen

bis die Summe der z.B. zwanzig Exemplare im Schieberegister 4 abgelegt ist.

Da sich bei der Summation das Rauschen lediglich unkorreliert überlagert, kann dadurch eine wesentliche  
5 Verbesserung des Rauschabstands erzielt werden. Falls allerdings während der Summation z.B. das Datenbit wechselt und die entsprechende Grundfolge invertiert wird, kann die Summation auch zur teilweisen Auslöschung führen. In diesem Fall wird jedoch innerhalb einer bestimmten Zeitspanne  
10 bezüglich dieser Grundfolge keine Synchronisation zu Stande kommen, was dann zu einem Abbruch und einer Füllung des Schieberegisters 4 mit neuen Daten führt, wie weiter unten noch erläutert werden wird.

Die im Puffer 2 gespeicherte Basisfolge wird nun zur  
15 Erzeugung einer externen Folge wiederholt ausgelesen und an den Eingang des analogen rückgekoppelten Schieberegisters 1 geleitet. Da die Grundfolge durch Verknüpfung mit dem Datenbit invertiert sein kann, können auch zwei analoge rückgekoppelte Schieberegister verwendet werden, wobei dem  
20 einen die externe Folge über einen Invertierer zugeleitet wird.

Dasjenige analoge rückgekoppelte Schieberegister 1, welches eine günstige Folge erhält, d.h. eine, welche einen der codierten Grundfolge  $p_1, \dots, p_{1 \cdot 023}$  möglichst ähnlichen Anteil  
25 enthält, sollte nun daraus eine dieser Grundfolge entsprechende interne Folge  $a_1, \dots, a_{1 \cdot 023}$  erzeugen, die zudem hinsichtlich der Phasenlage mit der externen Folge übereinstimmen soll. Die externe Folge entspricht Wiederholungen der Basisfolge, welche die verrauschte  
30 Grundfolge  $p_1, \dots, p_{1 \cdot 023}$  enthält.

Für die Stabilität und das Synchronisationsverhalten bei grossen negativen Rauschabständen ist die Wahl einer geeigneten Rückkopplungsfunktion  $f$  von beträchtlicher Bedeutung. Mit den bisher bekannten Funktionen konnte bei stark verrauschten Folgen keine Synchronisation erzielt werden. Bei der Suche nach geeigneteren Rückkopplungsfunktionen haben sich verschiedene Merkmale als günstig herausgestellt. So sollte sie bei der gewählten Darstellung der binären Werte - bei anderen Darstellungen müssen die Eigenschaften z.T. entsprechend transformiert werden - möglichst folgende Eigenschaften haben:

Die Rückkopplungsfunktion sollte in jedem Sektor, der durch bestimmte Werte der Vorzeichen der Argumente definiert ist, im wesentlichen eine Linearkombination der Argumente sein. Die sich daraus ergebenden Unstetigkeiten an den Sektorgrenzen können verstetigt oder geglättet werden, doch hat es sich gezeigt, dass Abweichungen das Verhalten eher verschlechtern und daher nicht gross sein sollten.

Wenn die Beträge der Argumente 1 sind, sollte der Betrag des Rückkopplungswertes etwas kleiner als 1 sein, vorzugsweise zwischen 0,90 und 0,99. Es ist günstig, wenn die Rückkopplungsfunktion bei Argumenten des Betrages 1 einen Wert vom Betrag 1 liefert, d.h.

$$(5) \quad |f(x_1, \dots, x_m)| = 1 \text{ für } |x_1| = \dots = |x_m| = 1,$$

gilt und der Funktionswert dann mit einem wählbaren Faktor  $k < 1$ , insbesondere  $0,90 < k < 0,99$  multipliziert wird. Diese Multiplikation wird durch den einstellbaren Skalierer 8 ausgeführt, welcher der die Rückkopplungsfunktion auswertenden Rückkopplungsschaltung 7 nachgeschaltet ist.

Das Vorzeichen der Rückkopplungsfunktion sollte jeweils dem Negativen des Produkts der negativen Argumente entsprechen, also

$$(6) \quad \text{sig}(f(x_1, \dots, x_m)) = -\text{sig}((-x_1) \cdot \dots \cdot (-x_m)).$$

- 5 Falls  $x_1, \dots, x_m$  jeweils den Betrag 1 haben, also auch als binäre Grössen angesehen werden können, führen die genannten beiden Eigenschaften dazu, dass  $f(x_1, \dots, x_m)$  der Verknüpfung  $x_1 \otimes \dots \otimes x_m$  entspricht.

Weiter ist es von Vorteil, wenn die Rückkopplungsfunktion  $f$   
 10 invariant unter Vertauschung der Argumente ist. Als Funktion jedes einzelnen Arguments, also bei Konstanthaltung der übrigen, sollte sie antisymmetrisch und monoton sein.

Eine Rückkopplungsfunktion  $f$ , die alle die obengenannten Eigenschaften hat und mit der selbst bei stark verrauschten  
 15 Signalen Synchronisation erzielt werden konnte, ist

$$(7) \quad f(x_1, \dots, x_m) = -\text{sig}((-x_1) \cdot \dots \cdot (-x_m)) \cdot (|x_1| + \dots + |x_m|) / m$$

Diese Funktion ist, bis auf eine Skalierung, die sicherstellt, dass (5) erfüllt ist, in jedem Sektor eine Linearkombination der Argumente mit Koeffizienten von +1  
 20 oder -1.

Für zwei Variable, d.h.

$$(8) \quad f(x_1, x_2) = -\text{sig}(x_1 \cdot x_2) \cdot (|x_1| + |x_2|) / 2,$$

ist sie in Fig. 2 dargestellt, wobei lediglich die Uebergänge an den Sektorgrenzen durch lineare Interpolation  
 25 verstetigt wurden.



Wird eine andere Darstellung binärer Werte gewählt als im geschilderten Beispiel, müssen die Bedingungen an die Rückkopplungsfunktion entsprechend angepasst werden. Auch kann der Faktor  $k$ , je nach Implementierung als feste oder  
5 variable Grösse, in die Rückkopplungsfunktion integriert sein, was z.B. eine Anpassung der Bedingung (5) erfordern würde.

Da die Synchronisationsschaltung dank dem Puffer 2 mit gespeicherten Daten arbeitet, ist ihre  
10 Arbeitsgeschwindigkeit von der Chip-Rate des empfangenen Signals unabhängig und kann wesentlich höher sein. Als Kriterium für eine erfolgreiche Synchronisation dient die Leistung der erzeugten internen Folge, welche am Ausgang des Skalierers 8 abgenommen wird. Während vor einer  
15 Synchronisation die Glieder der internen Folge etwa den gleichen Wert haben wie die der externen Folge, wird die letztere bei erfolgter Synchronisation mit einem Faktor  $1/(1-k)$ , der also gewöhnlich zwischen 10 und 100 liegt, verstärkt. Die Leistung der internen Folge  $(a_i)$  steigt  
20 demgemäss stark an, wie in Fig. 4 dargestellt. Dieser Anstieg wird vom Diskriminator 9, in dem die Leistung durch Quadrieren ermittelt und Filterung durch einen Tiefpassfilter geglättet und über einen längeren Zeitabschnitt gemittelt und schliesslich das Resultat mit  
25 einem Schwellwert verglichen wird, registriert. Er gibt ein entsprechendes binäres Signal ab, das die erfolgte Synchronisation anzeigt.

Tritt nach einer bestimmten Zeit keine Synchronisation ein, so hat es meist keinen Sinn, das Verfahren mit den gleichen  
30 Daten fortzusetzen. Das Ausbleiben der Synchronisation kann zufällig sein, z.B. an einer besonders ungünstigen Form des Rauschanteils liegen, an einer ungünstigen Phasenlage des



empfangenen Signals oder auch an einem ungünstigen  
Abtastzeitpunkt vor einem Datenbitwechsel, der dazu führt,  
dass im Puffer 2 (Fig. 1) Exemplare von Folgen addiert  
werden, in welchen der die gesuchte Grundfolge enthaltende  
5 Anteil mit unterschiedlichen Vorzeichen auftritt, was zu  
einer gravierenden Schwächung des besagten Anteils gegenüber  
dem Rauschanteil führen kann. In solchen Fällen ist es  
sinnvoll, den Puffer 2 mit einer neuen Basisfolge zu füllen  
und mit ihr den Synchronisationsprozess neu zu beginnen.

10 Es sind natürlich verschiedene Abweichungen vom  
beschriebenen Beispiel möglich. So muss, vor allem bei guter  
Qualität des Eingangssignal, der Puffer nicht vorhanden sein  
und die Eingangsfolge kann unmittelbar als externe Folge dem  
Eingang des analogen rückgekoppelten Schieberegisters  
15 zugeführt werden. Für die Implementierung stehen auch  
verschiedene Möglichkeiten offen, insbesondere können  
unterschiedliche Grade der Integration gewählt werden. Die  
erwähnten Bestandteile der Synchronisationsschaltung müssen  
keineswegs als separate Komponenten vorliegen. Die  
20 Schieberegister können z.B. jeweils von einem entsprechenden  
Speicher mit linearer Adressierung und einem Schreib- und  
einem Lesezeiger gebildet werden.

#### Bezugszeichenliste

	1	analoges rückgekoppeltes Schieberegister
25	2	Puffer
	3	Addierer
	4	Schieberegister
	5	Addierer
	6	Schieberegister
30	7	Rückkopplungsschaltung

- 8 Skalierer
- 9 Diskriminator

## P A T E N T A N S P R Ü C H E

1. Synchronisationsschaltung zur Verarbeitung einer von  
einer Eingangsfolge abgeleiteten externen Folge  
analoger Werte, mit einem analogen rückgekoppelten  
5 Schieberegister (1), in welchem nach einem bestimmten  
Rückkopplungsmuster in Speicherplätzen eines  
Schieberegisters (6) gespeicherte analoge Werte zur  
Ableitung eines Rückkopplungswertes gemäss einer  
Rückkopplungsfunktion verknüpft werden, aus dem durch  
10 Ueberlagerung mit einem neuen Glied der externen Folge  
ein neuer Eingangswert erzeugt wird, der dem Eingang  
des Schieberegisters (6) zugeführt wird, **dadurch**  
**gekennzeichnet, dass** die Rückkopplungsfunktion im  
wesentlichen innerhalb eines jeden durch bestimmte  
15 Werte der Vorzeichen der Argumente gekennzeichneten  
Sektors im wesentlichen eine Linearkombination der  
Argumente ist.
2. Synchronisationsschaltung nach Anspruch 1, **dadurch**  
**gekennzeichnet, dass** der Betrag der  
20 Rückkopplungsfunktion 1 ist, wenn die Beträge der  
Argumente jeweils 1 sind.
3. Synchronisationsschaltung nach Anspruch 1 oder 2,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** das Vorzeichen der  
Rückkopplungsfunktion stets dem Vorzeichen der  
25 Verknüpfung der Argumente entspricht.
4. Synchronisationsschaltung nach einem der Ansprüche 1  
bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die  
Rückkopplungsfunktion invariant unter Vertauschung der  
Argumente ist.

5. Synchronisationsschaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rückkopplungsfunktion als Funktion eines jeden Argumentes antisymmetrisch und monoton ist.
- 5 6. Synchronisationsschaltung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Betrag der Rückkopplungsfunktion im wesentlichen dem Mittelwert der Beträge der Argumente entspricht.
7. Synchronisationsschaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Rückkopplungswert durch Multiplikation des Wertes der Rückkopplungsfunktion mit einem Faktor  $k < 1$ , der vorzugsweise zwischen 0,90 und 0,99 liegt, hergestellt wird.
- 10 8. Synchronisationsschaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie eine Rückkopplungsschaltung (7) zur Auswertung der Rückkopplungsfunktion und einen Skalierer (8) zur Multiplikation ihres Ausgangswertes mit einem Faktor sowie einen Addierer (5) zur Ueberlagerung des Rückkopplungswertes mit dem neuen Glied der externen Folge umfasst.
- 15 20 25 9. Synchronisationsschaltung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie einen Diskriminator (9) zur Erzeugung eines erfolgte Synchronisation anzeigenden binären Ausgangssignals umfasst, dessen Eingang mit dem Ausgang der Rückkopplungsschaltung (7) verbunden ist und der vorzugsweise einen Quadrierer oder eine andere ein Eingangssignal in den positiven Bereich abbildende

Schaltung, einen Tiefpassfilter und einen Schwellwertdetektor umfasst.

10. Synchronisationsschaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie einen dem  
5 analogen rückgekoppelten Schieberegister (1) vorgeschalteten Puffer (2) zur Aufaddierung aufeinanderfolgender, jeweils eine Grundfolge enthaltender Abschnitte einer Eingangsfolge zur Herstellung der externen Folge aufweist.
- 10 11. Synchronisationsschaltung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass**, das der Puffer ein  
Schieberegister (4) umfasst sowie einen demselben vorgeschalteten Addierer (3) zur Addition eines Gliedes der Eingangsfolge zu einem Ausgangswert des  
15 Schieberegisters (4).



## Z U S A M M E N F A S S U N G

Eine Synchronisationsschaltung mit einem analogen rückgekoppelten Schieberegister zur Herstellung einer internen Folge, welche mit einer Wiederholungen einer Grundfolge enthaltenden externen Folge synchronisiert ist, weist eine Rückkopplungsschaltung auf, welche zur Bildung eines neuen Wertes einer Grundfolge mindestens zwei im Schieberegister gespeicherte Werte  $(x_1, x_2)$  gemäss einer Rückkopplungsfunktion  $(f(x_1, x_2))$  verknüpft, die dann mit einem Faktor  $k$ ,  $0,9 < k < 0,99$  skaliert wird. Zur Verbesserung des Synchronisationsverhaltens vor allem bei stark verrauschten Signalen wird eine Rückkopplungsfunktion benützt, welche in den durch bestimmte Vorzeichen der Argumente definierten Sektoren im wesentlichen linear ist, deren Vorzeichen dem des Negativen des Produkts der negativen Argumente entspricht und deren Betrag 1 ist, wenn die Beträge der Argumente jeweils 1 sind. Eine Funktion, die diese Anforderungen erfüllt und sich bewährt hat, ist  $f(x_1, \dots, x_m) = -\text{sig}((-x_1) \cdot \dots \cdot (-x_m)) \cdot (|x_1| + \dots + |x_m|) / m$ . Zur Verbesserung des Signal-Rausch-Abstandes ist dem analogen rückgekoppelten Schieberegister ein Puffer vorgeschaltet, in welchem zur Herstellung der externen Folge mehrere, z.B. zwanzig aufeinanderfolgende Exemplare der Grundfolge enthaltende Abschnitte einer Eingangsfolge aufaddiert und dann wiederholt ausgelesen werden.

(Fig. 2)





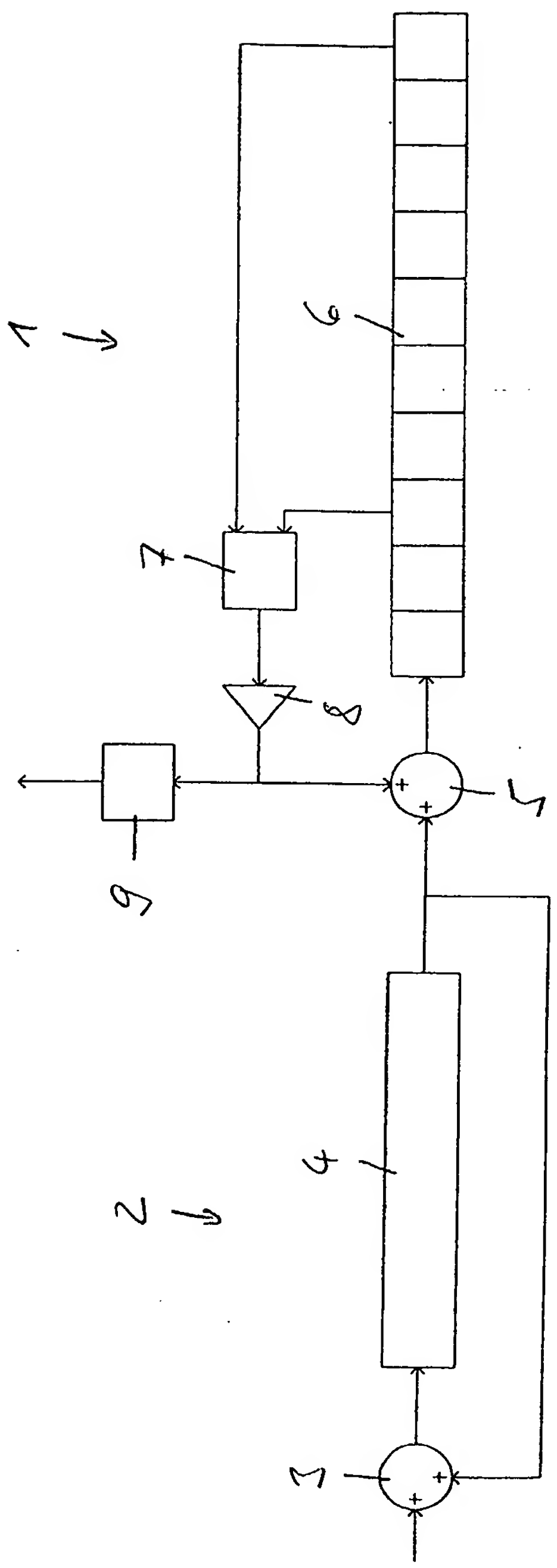


Fig. 1

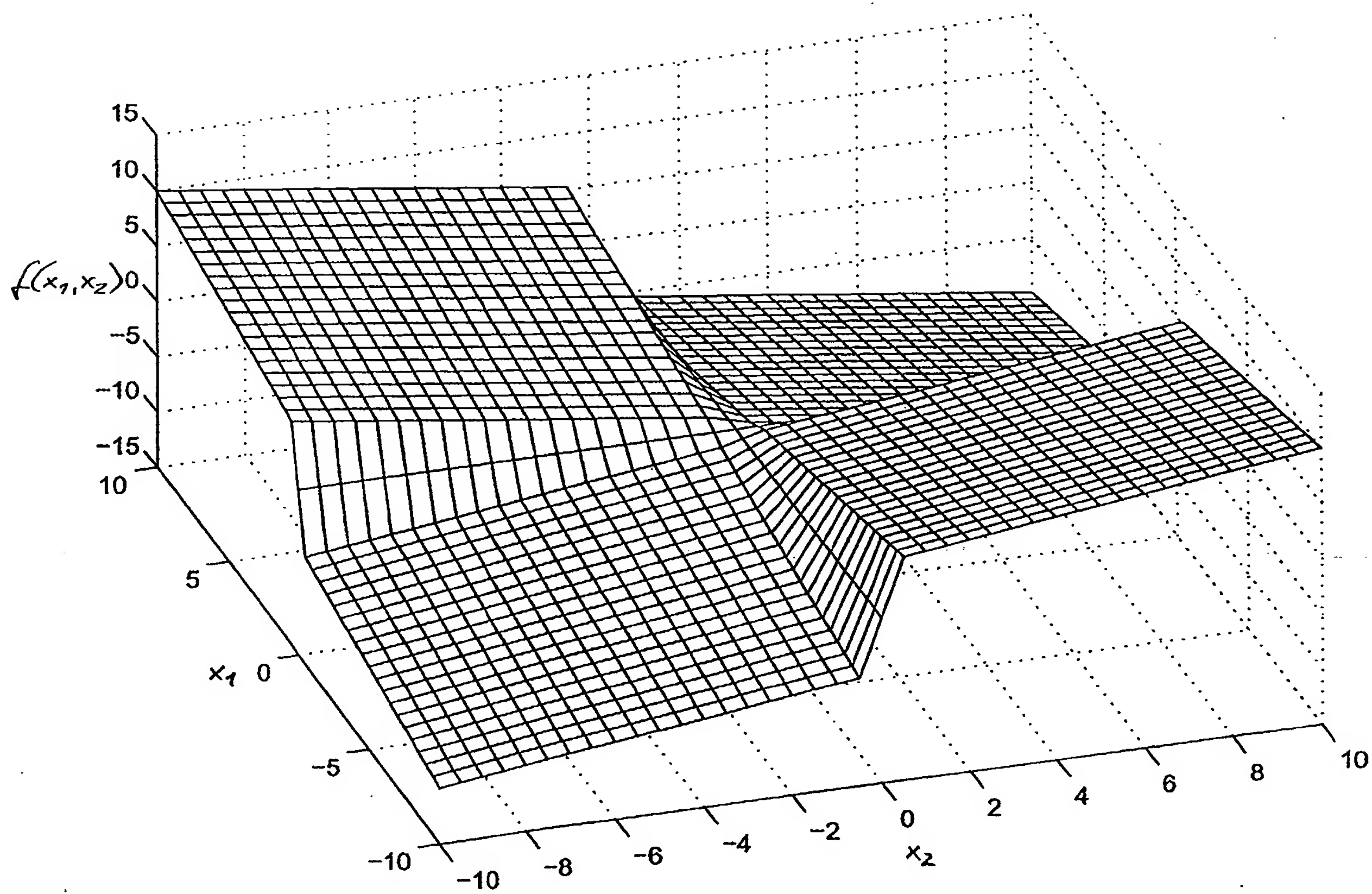


Fig. 2

313

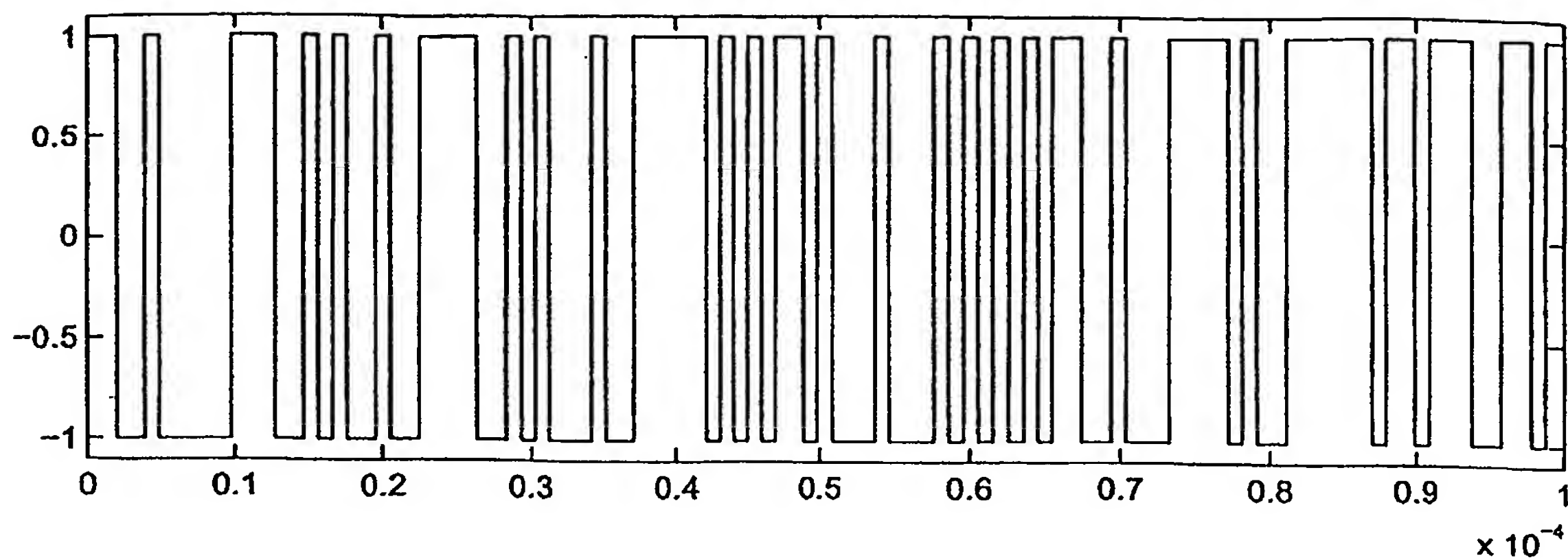


Fig. 3

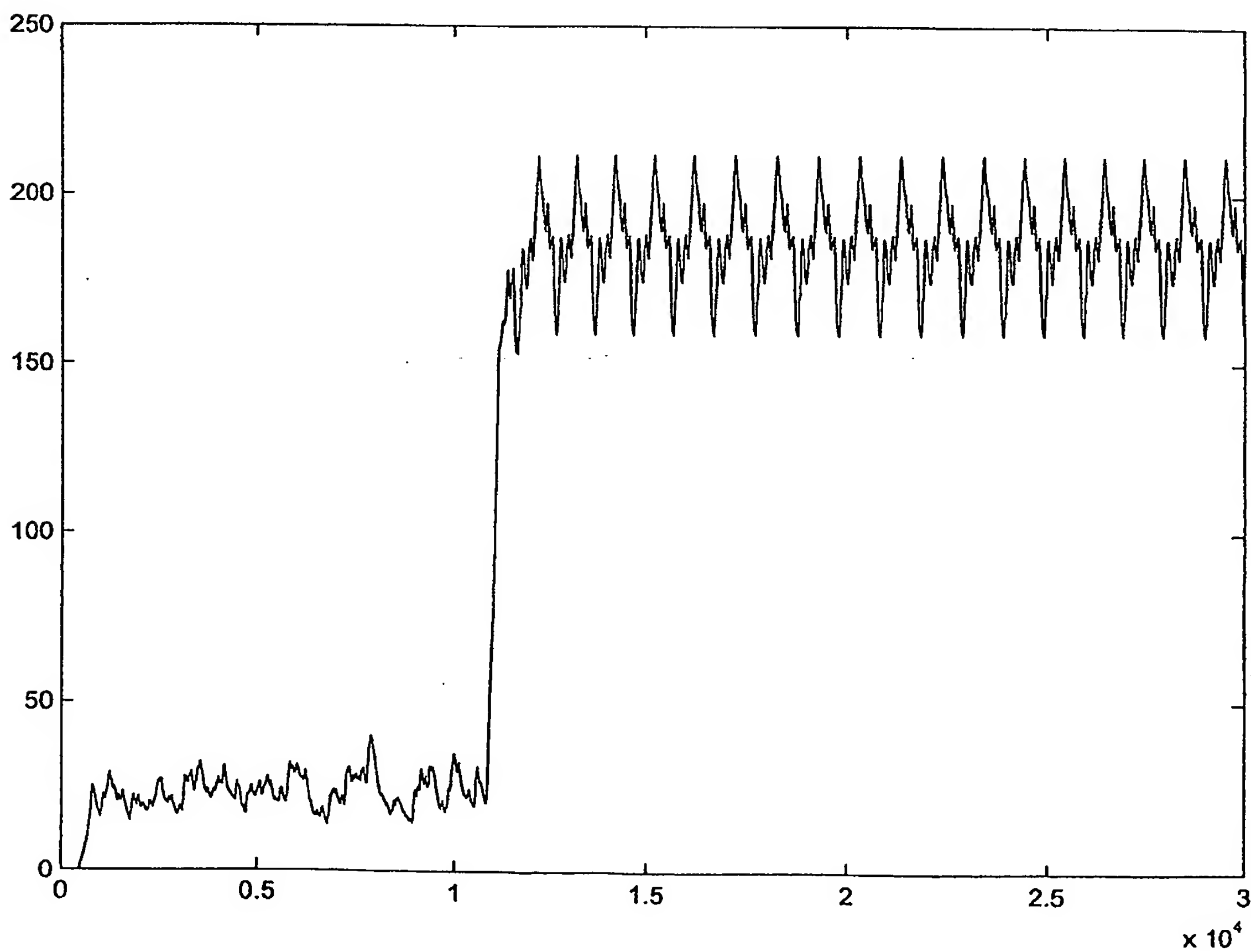


Fig. 4

